

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3151 173 A1**

⑤① Int. Cl. 3:
G05 B 19/18

②① Aktenzeichen: P 31 51 173.2
②② Anmeldetag: 23. 12. 81
④③ Offenlegungstag: 14. 7. 83

DE 3151 173 A1

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

⑦② Erfinder:
Weser, Arnold, Dipl.Ing., 8520 Erlangen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Steuerung einer Werkzeugmaschine nach einer vorgegebenen Bahnkurve

DE 3151 173 A1

31.12.81
2.

3151173

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 81 P 3 2 1 6 DE

5 Verfahren zur Steuerung einer Werkzeugmaschine für
Drehbearbeitung nach einer vorgegebenen Bahnkurve

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer
Werkzeugmaschine für Drehbearbeitung nach einer vorge-
10 gegebenen Bahnkurve mit einer Polarkoordinaten verarbeiten-
den Steuereinheit.

Werkzeugmaschinensteuerungen für die Drehbearbeitung
arbeiten im allgemeinen wegen der einfacheren Programmier-
15 barkeit mit Polarkoordinaten. In manchen Fällen wäre es
aber zweckmäßig, z.B. auf einer Drehbank auch nicht
rotationssymmetrische Gegenstände zu bearbeiten, um ein
Umspannen auf eine andere Werkzeugmaschine zu vermeiden.
Wenn man beispielsweise bei einer Drehbank den Drehstahl
20 durch einen Fräser ersetzt, so kann man damit auch be-
liebig geformte Flächen bearbeiten. Dazu ist es erforder-
lich, daß die Lage des Fräasers während der Umdrehung des
Werkstücks verändert wird, d.h. daß im Polarkoordinaten-
system der Radius vom Drehwinkel abhängt. Diese Abhängig-
25 keit stößt jedoch bei der Programmierung im Polarkoordi-
natensystem auf erhebliche Schwierigkeiten, so daß nicht
rotationssymmetrische Werkstücke bisher stets mit Werk-
zeugmaschinensteuerungen bearbeitet wurden, die im
kartesischen Koordinatensystem arbeiten.

30

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren der ein-
gangs genannten Art so auszugestalten, daß auch nicht
rotationssymmetrische Bahnkurven einfach eingegeben wer-
den können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß Bahnkurven mit im Polarkoordinatensystem winkelabhängigem Radius in einem kartesischen, fest auf ein Werkstück bezogenen Koordinatensystem vorgegeben werden, dessen Ursprung mit dem Mittelpunkt des Polarkoordinatensystems übereinstimmt und daß die kartesischen Koordinaten in einem Koordinatenwandler in Polarkoordinaten umgewandelt werden, die der Steuereinheit zugeführt werden.

- 5
10 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 4 näher erläutert.

Figur 1 zeigt schematisch ein Werkstück W, das z.B. auf einer Drehbank mit der Drehachse M bearbeitet werden soll.

- 15 Die Bahnkurve der Werkstückoberfläche wird in Polarkoordinaten vorgegeben, d.h. für jeden Punkt wird ein Winkel ϕ und ein Radius R eingegeben. Diese Eingabe ist sehr einfach, solange das Werkstück W eine rotations-symmetrische Oberfläche besitzt, d.h. der Radius R vom Winkel ϕ unabhängig ist. Im dargestellten Beispiel weist das Werkstück W jedoch zwischen den Punkten P_A und P_E keinen Kreisumfang, sondern eine Kreissehne B auf. Ein derartiges Werkstück kann auf einer Drehbank bearbeitet werden, wenn man den üblicherweise vorhandenen Drehstahl durch einen rotierenden Fräser Fr ersetzt, der in seiner X-Lage der gewünschten Bahnkurve entsprechend geführt wird. Der nicht rotationssymmetrische Teil B der Bahnkurve zwischen den Punkten P_A und P_E ist jedoch im Polarkoordinatensystem nur sehr schwierig vorzugeben. Einfacher wäre eine Vorgabe in einem kartesischen, fest auf das Werkstück W bezogenen, also mit diesem rotierenden kartesischen Koordinatensystem.
- 20
25
30

- Die Vorgabe der Bahnkurve B wird mit den kartesischen Koordinaten x_N , y_N ausgeführt, wobei der Abstand zweier benachbarter Punkte P_N , P_{N-1} durch das Produkt aus der Arbeitsgeschwindigkeit des Werkzeugs und der Taktzeit
- 35

des Steuerungssystems gegeben ist. Die Bahnkurve B kann eine beliebige Form aufweisen und wird auf üblichem Weg durch Interpolation der X- und Y-Koordinaten gewonnen. Die durch Interpolation ermittelten X- und Y-Werte können
5 nach folgenden Gleichungen in Polarkoordinaten umgewandelt werden:

$$R_N = \sqrt{x_N^2 + y_N^2}$$

$$\phi_N = \arctan(y_N/x_N)$$

10

Dabei stimmt der Mittelpunkt des Polarkoordinatensystems mit dem Ursprung des kartesischen Koordinatensystems überein. Die Polarkoordinaten R_N , ϕ_N sind fest auf das Werkstück bezogen. Die Einstellung der R-Koordinate geschieht
15 nun wie üblich durch Verschiebung des Werkzeugs, beispielsweise eines Fräasers Fr. Die Einstellung der ϕ -Koordinate erfolgt jedoch nicht mit dem Werkzeug, sondern durch Drehung des Werkstücks um den Winkel ϕ . Damit kann also
20 jede beliebige Bahnkurve auf einer Werkzeugmaschine für Drehbearbeitung, bei der das Werkzeug nur in einer Richtung verschiebbar ist, realisiert werden.

Ein Blockschaltbild für den Aufbau der Steuerung ist in
25 Figur 3 dargestellt. Aus den angegebenen Werten x, y werden mit dem Interpolationsbaustein I die Bahnpunkte X_N , Y_N gewonnen. Ein Transformationsbaustein T wandelt diese Koordinaten entsprechend den angegebenen Gleichungen in die Werte R_N , ϕ_N sowie die Differenzwerte $\Delta \phi$, ΔR um.
30 Diese Werte werden als Sollwerte einem Summierer S zugeführt, der diese mit den mit einem Meßsystem M erfaßten Istwerten vergleicht. Die Regelabweichung wird der Lage-regleinrichtung L zugeführt, die die X-Position des Werkzeugs sowie die Winkellage ϕ des Werkstücks steuert.

5.
-4-

VPA 81 P 3216 DE

Figur 4 zeigt schließlich ein Beispiel für die hardwaremäßige Realisierung des Transformationsbausteins T. Die kartesischen Koordinaten x_N , y_N werden entsprechend den angegebenen Gleichungen jeweils einem Quadrierer 1 bzw. 5 2 sowie einem Dividierglied 3 zugeführt. Die beiden Quadrierer 1 und 2 sind mit den Eingängen eines Summierers 4 verbunden, dessen Ausgang ein Radizierer 5 nachgeschaltet ist. Am Ausgang des Radizierers 5 steht die gewünschte Koordinate R_N an. Dem Dividierer 3 ist ein 10 Funktionsgeber 6 nachgeschaltet, der den \arctg des Ausgangssignals des Dividierers 3 bildet. Der Funktionsgeber 6 kann beispielsweise mit einem PROM realisiert werden, in dem die entsprechenden Funktionswerte abgespeichert sind. Am Ausgang des Funktionsgebers 6 steht 15 die gewünschte \varnothing -Koordinate an. Die Umrechnung der X-, Y-Werte in die R, \varnothing -Werte kann natürlich ebenso software-mäßig erfolgen.

4 Figuren

1 Patentanspruch

Patentanspruch

1. Verfahren zur Steuerung einer Werkzeugmaschine für Drehbearbeitung nach einer vorgegebenen Bahnkurve mit einer Polarkoordinaten verarbeitenden Steuereinheit, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
- 5 Bahnkurven mit im Polarkoordinatensystem winkelabhängigem Radius (R) in einem kartesischen, fest auf ein Werkstück bezogenen Koordinatensystem vorgegeben werden, dessen Ursprung mit dem Mittelpunkt des Polarkoordinatensystems übereinstimmt, und daß die kartesischen Koordinaten in
- 10 einem Koordinatenwandler in Polarkoordinaten umgewandelt werden, die der Steuereinheit zugeführt werden.

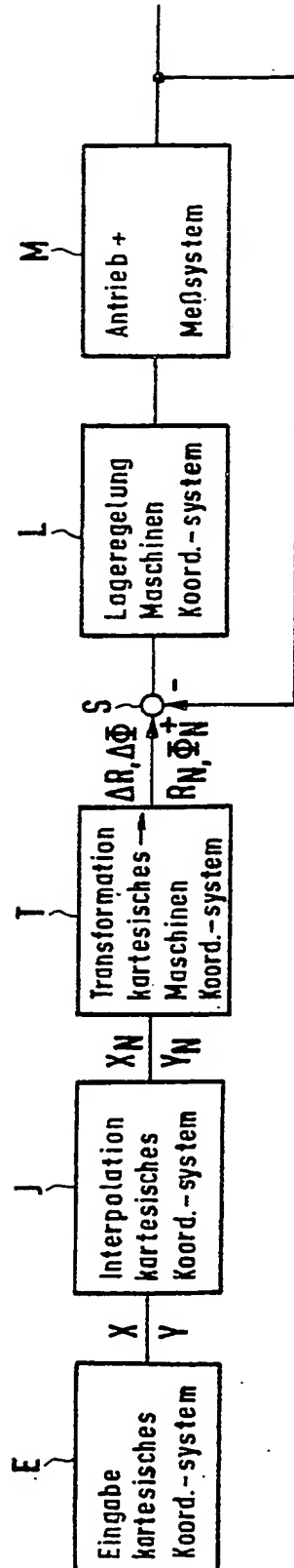


FIG 3

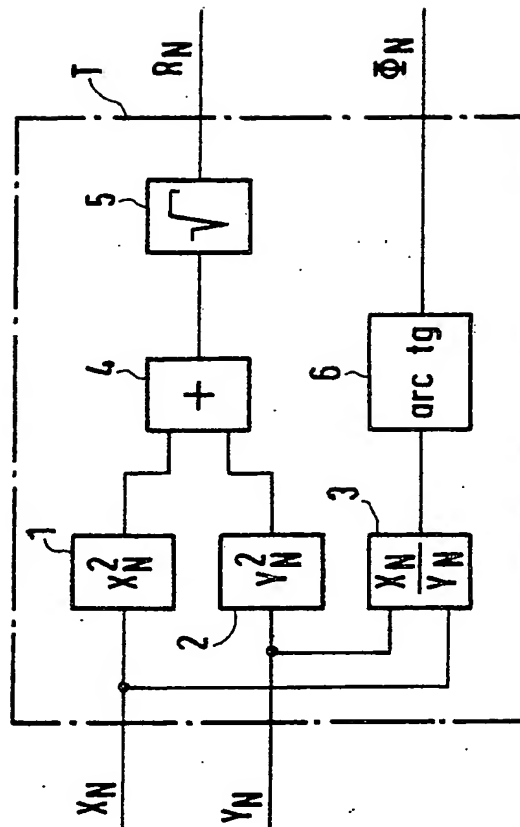


FIG 4

1/2

7.

Number:

Int. Cl.³:

Anmeldetag:

Offenlegungstag:

3151173

G05B 19/18

23. Dezember 1981

14. Juli 1983

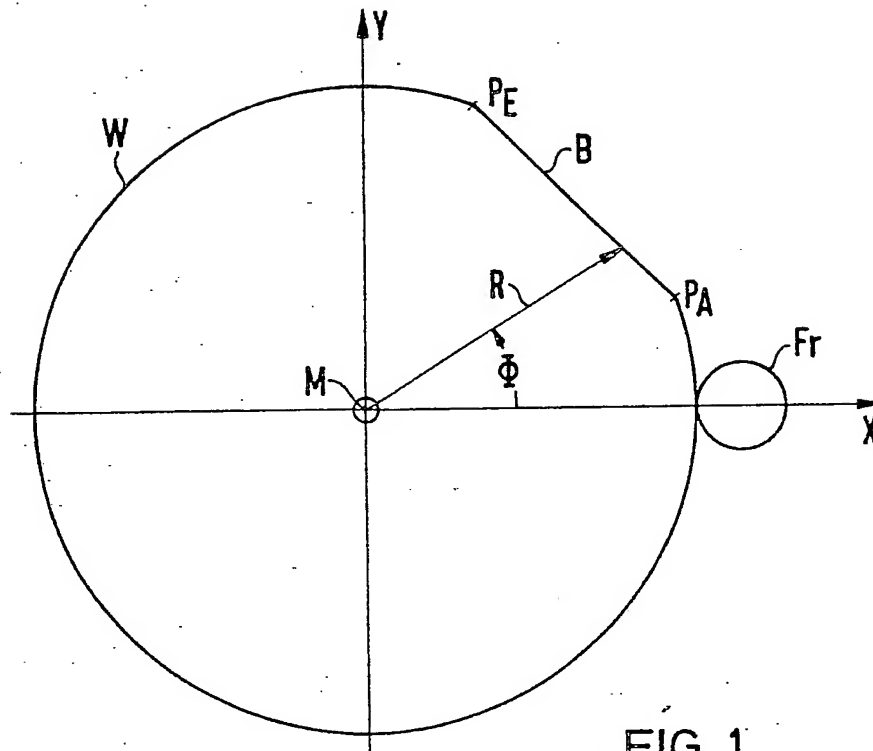


FIG 1

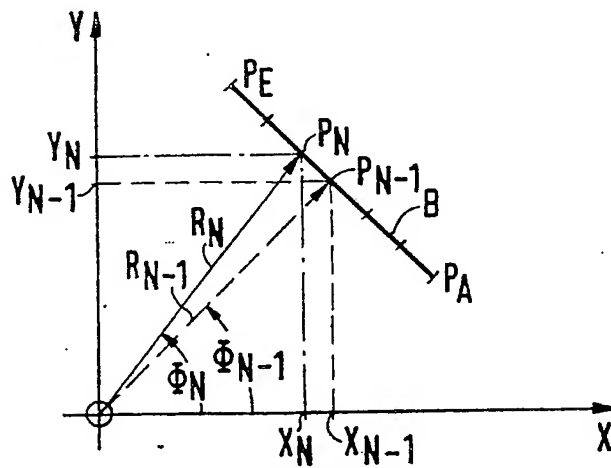


FIG 2